

노인에서 커피섭취와 근감소증의 상관관계: 국민건강영양조사 2008–2011년도 자료를 이용한 단면 연구

오시내, 신혜경, 이지원, 이덕철*

연세대학교 세브란스병원 가정의학과

Association between Coffee Consumption and Sarcopenia in Older Adults: A Cross Sectional Analysis of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2008–2011

Sinae Oh, Hye Kyung Shin, Ji Won Lee, Duk Chul Lee*

Department of Family Medicine, Yonsei University, Severance Hospital, Seoul, Korea

Background: Previous studies, using in vitro and in vivo models, have reported the beneficial effects of coffee on skeletal muscle, including the coffee-induced decrease in sarcopenia progression. However, the effect of coffee on skeletal muscle mass and function in humans has not been investigated. The objective of this study was to examine the association between coffee consumption and sarcopenia (coffee induced decrease in sarcopenia progression) as well as regeneration of injured muscle in a nationally representative sample of community-dwelling older Korean adults.

Methods: This was a population-based cross-sectional study conducted in a nationally representative sample of Korean adults aged ≥ 65 years. We utilized data from the Fourth and Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Surveys from 2008 to 2011 and enrolled 2,578 individuals (1,105 men, 1,473 women) for this study. Food frequency questionnaire was used to assess the frequency of coffee consumption. Appendicular skeletal muscle mass (ASM) was measured using dual-energy X-ray absorptiometry, and sarcopenia was defined using the weight-adjusted ASM variable. A logistic regression analysis was performed to examine the association between coffee consumption and sarcopenia, after adjusting for potential confounders.

Results: In women, the multivariate-adjusted odds ratio (95% confidence interval) of sarcopenia in coffee drinkers drinking ≤ 1 cup/day, 2 cups/day, ≥ 3 cups/day was 0.612 (0.368–1.017), 0.637 (0.351–1.154), and 0.090 (0.014–0.589), respectively. In men, however, there was no significant association between coffee consumption and sarcopenia.

Conclusion: Coffee consumption was inversely associated with sarcopenia in older Korean women.

Keywords: Coffee; Sarcopenia; Skeletal Muscle; Elderly

서론

근감소증은 노화에 따른 점진적인 근육량과 기능의 저하를 의미하며¹⁾ 노인에서 낙상과 골절, 사망률을 증가시키게 된다.²⁾ 인구의 고령화가 급속히 진행함에 따라 근감소증으로 인한 의료적 부담 또한 증가하고 있다.

근감소증의 병태생리는 아직 완전히 밝혀지지 않았으나 노화에 따른 신체 활동량, 영양 상태, 호르몬 상태의 변화와 기저 질환에 의해 염증과 산화스트레스가 축적되어 autophagy 억제, 미토콘드리아 기능 이상, 재생 능력의 저하가 일어나고 결과적으로 세포 사멸이 증가하게 되는 것으로 알려져 있다.³⁻⁵⁾

커피는 세계적으로 물 다음으로 가장 많이 섭취하는 음료로 항염

Received July 25, 2016 Revised September 18, 2016

Accepted September 27, 2016

Corresponding author Duk Chul Lee

Tel: +82-2-2228-2331, Fax: +82-2-362-2473

E-mail: faith@yuhs.ac

Copyright © 2016 The Korean Academy of Family Medicine

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

증,^{6,7)} 항산화⁸⁾ 효과를 갖는 다양한 성분을 포함하고 있다. 이전의 역학 연구를 통해 커피 섭취가 다양한 만성질환의 유병률 감소⁹⁾ 및 사망률 감소¹⁰⁾와 연관이 있음이 보고되었으며 in vitro 및 동물 연구에서 커피가 골격근에 유의한 영향이 있으며 근감소증의 진행을 늦출 수 있음을 보고한 바 있다.¹¹⁻¹³⁾

현재까지 사람에서 커피 섭취와 근육량 간의 연관성에 대한 연구는 없는 상태로 본 연구는 국민건강영양조사 자료를 이용하여 한국에서 지역사회에 거주하는 노인들을 대상으로 커피 섭취와 근감소증 간에 연관성이 있는지를 알아보고자 수행되었다.

방 법

1. 연구 대상

본 단면연구는 한국질병관리본부에서 수행한 국민건강영양조사 제4-5기 2008-2011년도 자료를 이용하였다.^{14,15)} 국민건강영양조사는 건강설문조사, 검진조사, 영양조사의 세 부분으로 이루어져 있다. 세 부분에 모두 참여하였으며 65세 이상인 4,395명(남자 1,865명, 여자 2,530명) 중 결측값을 제외한 2,578명(남자 1,105명, 여자 1,473명)을 대상으로 분석하였다.

2. 커피 섭취량 조사

영양조사 중 식품섭취빈도조사는 63가지 음식을 조사하고 있으며 그 중 커피 섭취량에 대해서는 지난 12개월간의 커피 섭취량을 10개의 항목으로 나누어 거의 먹지 않음부터 하루에 3잔 이상까지 중에서 선택하도록 하였다. 본 연구에서는 이를 다시 거의 먹지 않음, ≤1잔/일, 2잔/일, ≥3잔/일로 나누어 분석하였다. 식품섭취빈도조사에서는 디카페인 커피와 카페인 커피를 구별하지 않고 전체 커피 섭취량만을 조사하였으며 국내에서는 아직까지 디카페인 커피의 섭취량은 많지 않다.¹⁶⁾

3. 근감소증의 정의

체성분 분석은 dual-energy X-ray absorptiometry (Discovery-W; Hologic Inc., Waltham, MA, USA)를 이용하여 시행하였다. 팔과 다리의 제지방량에서 골량을 뺀 값을 근육량으로 간주하여 사지골격근량(appendicular skeletal muscle mass, ASM)으로 정의하였다.¹⁷⁾ 사지골격근량을 체중으로 나누어 보정한 weight-adjusted ASM (ASM/weight)을 구하여 이 값이 젊고 건강한 성인들로 이루어진 reference group의 weight-adjusted ASM을 기준으로 2 표준편차 미만인 경우를 근감소증으로 정의하였다.¹⁸⁾ Reference group은 조사에 참여한 20-39세의 성인 중 질병(고혈압, 고지혈증, 당뇨, 뇌졸중, 관상동맥질환, 갑상선 질환

Table 1. Characteristics of study participants by categories of coffee consumption

Characteristic	Daily coffee consumption (cup/d)									
	Men (n=1,105)				Women (n=1,473)					
	None	≤1	2	≥3	P-value	None	≤1	2	≥3	P-value
Number	141	561	248	155		338	882	196	57	
Age (y)	72.2 (0.6)	72.2 (0.3)	71.5 (0.4)	71.2 (0.5)	0.270	73.6 (0.4)	72.7 (0.3)	71.8 (0.5)	72.4 (0.9)	0.05
Body mass index (kg/m ²)	22.4 (0.3)	23.3 (0.2)	23.3 (0.2)	23.2 (0.3)	0.047	24.3 (0.2)	24.2 (0.1)	24.9 (0.3)	23.8 (0.6)	0.098
Education (> elementary school)	43.3 (5.5)	47.3 (2.6)	55.1 (4.1)	51.9 (4.9)	0.205	14.0 (2.3)	12.6 (1.3)	15.2 (3.0)	12.3 (5.0)	0.828
Number of chronic conditions (≥3)	19.6 (4.6)	12.9 (1.5)	12.3 (2.7)	7.1 (2.7)	0.367	26.0 (3.1)	27.1 (1.8)	22.1 (3.9)	21.9 (6.3)	0.739
Current smoker	43.7 (5.5)	44.6 (2.5)	43.8 (3.8)	57.1 (4.4)	0.002	7.6 (2.2)	6.1 (1.1)	11.6 (2.7)	25.8 (7.1)	<0.001
Alcohol consumption (>1 drink/d)	15.7 (3.4)	20.6 (2.1)	24.1 (3.5)	19.4 (4.0)	0.439	<0.1 (<0.1)	1.4 (0.5)	0.6 (0.6)	2.0 (1.9)	0.088
Recommended level of exercise*	27.6 (5.1)	30.8 (2.7)	27.9 (3.2)	32.5 (4.1)	0.768	22.8 (2.8)	23.4 (1.7)	21.2 (3.4)	37.4 (7.9)	0.152
Hormone use (yes)	-	-	-	-	-	2.3 (0.8)	2.6 (0.7)	2.0 (1.0)	-	0.695
Oral contraceptive use (yes)	-	-	-	-	-	5.8 (1.5)	7.8 (1.5)	10.7 (3.4)	11.1 (6.1)	0.438
Dietary intake†										
Total energy (kcal/d)	1,832.0 (81.5)	1,925.1 (36.5)	1,971.0 (57.8)	1,954.9 (74.5)	0.553	1,368.7 (43.3)	1,395.4 (21.9)	1,522.8 (39.6)	1,464.2 (91.6)	0.023
Protein (g/d)	61.4 (3.5)	64.8 (1.9)	62.7 (2.1)	65.0 (3.3)	0.7	44.6 (1.8)	43.3 (0.8)	46.3 (1.8)	45.8 (3.7)	0.423
Fat (g/d)	26.1 (3.8)	26.4 (1.1)	29.9 (1.7)	32.9 (2.1)	0.04	16.4 (1.0)	16.8 (0.6)	18.5 (1.0)	19.9 (1.9)	0.208
Carbohydrate (g/d)	320.3 (13.1)	336.9 (6.4)	338.5 (10.3)	345.8 (13.6)	0.596	264.7 (8.7)	268.6 (4.3)	292.3 (7.4)	276.2 (18.4)	0.031

Values are presented as mean (standard error) or percentage (standard error).

-, none.

*≥ 150 min/wk of moderate-intensity and/or ≥75 min/wk of vigorous-intensity aerobic physical activity. †Daily energy and nutrient intakes were assessed using the 24-h recall method of the nutrition survey of Korea National Health and Nutrition Examination Survey IV.

환, 관절염, 결핵, 천식, 신장병, 간경변, 암)이 있는 사람들을 제외한 5,325명을 대상으로 하였다.

4. 공변량

나이, 교육(초등학교 이하, 중학교 이상), 체질량 지수, 의사에게 진단받은 만성질환(고혈압, 고지혈증, 뇌졸중, 심근경색, 협심증, 관절염, 폐결핵, 천식, 만성폐쇄성폐질환, 당뇨, 암, 우울증, 갑상선질환, 간경변, 신부전), 흡연(비흡연, 금연, 흡연), 음주(≤ 1 잔/일, > 1 잔/일), 신체활동(권장레벨 ≥ 150 분/주 중등도 신체활동 또는 ≥ 75 분/주 격렬한 신체활동) 이상, 권장레벨 미만),¹⁹⁾ 하루 에너지 및 영양소 섭취량, 피임약 또는 여성호르몬 복용 여부를 조사하였다.

5. 통계 분석

커피 섭취량을 거의 먹지 않음, ≤ 1 잔/일, 2잔/일, ≥ 3 잔/일로 나누고 커피 섭취량 그룹에 따른 연구 대상자들의 특징을 분석하였다. 연속형 변수에 대해서는 weighted one-way analysis of variance (ANOVA)를 이용하였으며 범주형 변수에 대해서는 chi square test를 이용하였다. 또한 근감소증 여부에 따른 연구 대상자들의 특징을 분석하였으며 연속형 변수에 대해서는 t-test를 이용하였고 범주형 변수에 대해서는 chi square test를 이용하였다. 모든 결과는 퍼센트(표준오차) 또는 평균(표준오차)로 기술하였다.

Multiple logistic regression을 이용하여 커피 섭취량 그룹에 따라 공변량들을 보정한 근감소증의 교차비(odds ratio, OR)와 95% 신뢰

구간(95% confidence interval, CI)을 구하였고 커피 섭취량의 증가에 따른 linear trend가 있는지를 확인하기 위해 weighted chi square test를 시행하였다. 모든 분석은 성별에 따라 나누어 진행하였고 $P < 0.05$ 인 경우 통계적으로 유의하다고 판단하였으며 IBM SPSS Statistics ver. 21.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하였다.

결 과

커피 섭취량 그룹에 따른 연구 대상자들의 임상적 특징을 Table 1에 나타냈다. 남성에서는 체질량 지수, 지방 섭취량, 흡연자의 비율이 커피 섭취량에 따라 유의하게 증가하였으며 여성에서는 커피 섭취량 증가에 따라 평균 연령이 유의하게 감소하였고 흡연자, 총 에너지 섭취량, 탄수화물 섭취량은 유의하게 증가하였다. 또한 근감소증 여부에 따른 연구 대상자들의 특징을 Table 2에 나타냈다. 남성에서는 근감소증이 있는 경우에 근감소증이 없는 경우와 비교하여 나이, 체질량 지수, 만성질환의 개수가 유의하게 더 많았으며 신체활동량, 총 에너지, 단백질, 탄수화물 섭취량은 유의하게 더 적었다. 여성에서는 체질량 지수, 만성질환의 개수가 유의하게 더 많았고 총 에너지, 탄수화물 섭취량은 유의하게 더 적었다.

Table 3은 커피 섭취량 그룹에 따른 근감소증의 OR과 95% CI를 나타낸 것으로 여성에서 커피를 마시지 않는 그룹에 대해 커피를 하루에 1잔 이하, 하루에 2잔, 하루에 3잔 이상 마시는 그룹의 공변량을 보정한 OR과 95% CI는 각각 0.612 (0.368–1.017), 0.637 (0.351–1.154), 0.090

Table 2. Characteristics of study participants by sarcopenia

Characteristic	Men			Women		
	Normal	Sarcopenia	P-value	Normal	Sarcopenia	P-value
Percentage	91.1 (1.0)	8.9 (1.0)		89.6 (1.1)	10.4 (1.1)	
Age (y)	71.8 (0.2)	74.1 (0.5)	<0.001	73.3 (0.2)	73.0 (0.4)	0.466
Body mass index (kg/m ²)	22.9 (0.1)	25.8 (0.4)	<0.001	23.7 (0.1)	27.0 (0.4)	<0.001
Education (>elementary school)	48.8 (2.2)	57.2 (5.5)	0.144	13.6 (1.2)	11.8 (2.8)	0.57
Number of chronic conditions (≥ 3)	11.3 (1.3)	19.1 (4.1)	0.003	23.4 (1.5)	36.6 (4.1)	0.001
Current smoker	27.7 (1.6)	16.9 (4.2)	0.263	5.9 (0.9)	4.2 (1.6)	0.755
Alcohol consumption (>1 drink/d)	21.7 (1.6)	17.6 (5.0)	0.441	0.9 (0.3)	1.4 (1.0)	0.485
Recommended level of exercise*	32.0 (2.0)	21.8 (4.1)	0.038	24.6 (1.7)	20.0 (3.5)	0.261
Hormone use (yes)	-	-		2.4 (0.5)	1.9 (1.1)	0.736
Oral contraceptive use (yes)	-	-		8.1 (1.3)	3.6 (1.7)	0.09
Dietary intake*						
Total energy (kcal/d)	1,942.1 (31.6)	1,740.8 (54.3)	0.003	1,414.7 (17.3)	1,272.8 (56.6)	0.013
Protein (g/d)	64.6 (1.3)	58.2 (2.4)	0.023	43.9 (0.7)	42.3 (2.4)	0.518
Fat (g/d)	28.3 (0.9)	27.2 (2.4)	0.681	16.9 (0.5)	17.7 (1.3)	0.541
Carbohydrate (g/d)	336.8 (5.7)	302.3 (9.3)	0.002	273.0 (3.4)	238.2 (11.2)	0.002

Values are presented as mean (standard error) or percentage (standard error).

-, none

* ≥ 150 min/wk of moderate-intensity and/or ≥ 75 min/wk of vigorous-intensity aerobic physical activity. *Daily energy and nutrient intakes were assessed using the 24-h recall method of the nutrition survey of Korea National Health and Nutrition Examination Survey IV.

Table 3. Odds ratio (OR) (95% confidence intervals) for sarcopenia by categories of coffee consumption

Characteristic	Daily coffee consumption (cup/d)									
	Men					Women				
	None	≤1	2	≥3	P for trend	None	≤1	2	≥3	P for trend
Crude OR	1	0.887 (0.415-1.896)	0.908 (0.401-2.055)	0.474 (0.172-1.302)	0.434	1	0.608 (0.378-0.979)	0.685 (0.377-1.246)	0.115 (0.014-0.913)	0.065
Model 1*	1	0.912 (0.422-1.972)	0.967 (0.419-2.230)	0.514 (0.183-1.438)	0.514	1	0.605 (0.377-0.970)	0.678 (0.376-1.225)	0.114 (0.014-0.906)	0.059
Model 2†	1	0.727 (0.289-1.824)	0.774 (0.315-1.902)	0.447 (0.148-1.345)	0.515	1	0.612 (0.368-1.017)	0.637 (0.351-1.154)	0.090 (0.014-0.589)	0.027

*Adjusted for age, Model 1 with additional adjustments for body mass index, education level (≤elementary school graduate, >elementary school graduate, unknown), number of chronic conditions (0, 1, 2, ≥3, unknown), smoking (never, former, current, unknown), alcohol consumption (>1 drink/d, ≤1 drink/d, unknown), exercise (below than recommended, recommended, unknown), total energy intake (kcal/d), total protein, fat, carbohydrate intake (g/d), oral contraceptive (yes, no, unknown) and hormone use (yes, no, unknown) (women only).

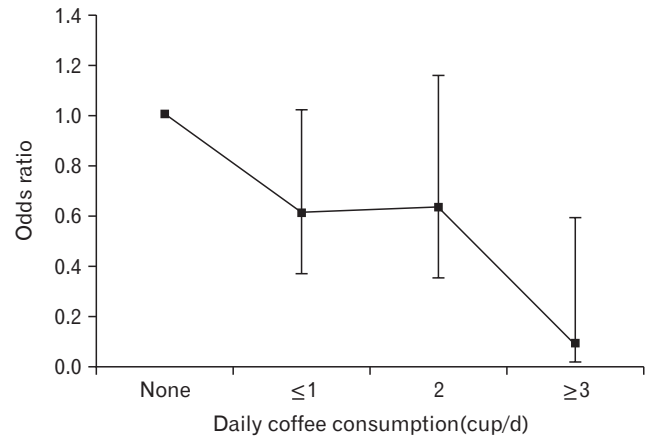


Figure 1. Odds ratio for sarcopenia by categories of coffee consumption in women. Bars mean 95% confidence interval.

(0.014-0.589)으로 나타났으며 유의한 linear trend가 관찰되었다(P for trend=0.027) (Figure 1). 남성에서는 커피 섭취량과 근감소증 사이에 유의한 관련이 관찰되지 않았다.

고 찰

본 단면연구는 커피 섭취가 근감소증 위험의 유의한 감소와 연관이 있음을 보여주었다. 또한, 커피 섭취량에 따른 근감소증 위험의 감소에 유의한 linear trend가 관찰되었다.

현재까지 사람에서는 커피 섭취와 근육과 관계된 지표들의 연관성에 대해 연구된 바가 없으나 이전의 in vitro와 동물 모델 연구를 통해 커피가 골격근에서 autophagy를 유도하고¹²⁾ glucose uptake를 증가시키며²⁰⁻²²⁾ 인슐린 민감성을 향상시키는^{23,24)} 것으로 보고된 바 있다. 또한 Guo 등¹¹⁾의 연구 결과에 따르면 노화된 쥐에게 커피를 투여한 결과 대조군과 비교하여 근육량과 악력의 저하가 감소하였으며 손상된 근육의 재생이 증가하였고 serum pro-inflammatory mediator (interleukin [IL]-1α, IL-6, and tumor necrosis factor [TNF]-α)의 레벨이 낮아져 있었다. 또한 골격근의 재생에는 satellite cell이 중요한 역할을 하는데²⁵⁾ 노화된 쥐에서 추출한 satellite cell에 커피를 투여한 결과 세포 분열 속도와 세포주기가 증가하고 Akt intracellular signaling pathway의 활성이 증가하는 결과를 보였다. 혼합물 상태의 제품을 사용한 연구이기 때문에 커피의 성분들 중 어떤 성분에 의해 이와 같은 효과가 있는 것인지는 평가할 수 없었다.¹¹⁾

남성에서는 커피 섭취와 근감소증 사이에 유의한 연관이 발견되지 않았다. 커피가 근육량에 미치는 영향이 남성에서는 여성에서보다 적거나 혼란변수가 충분히 보정되지 않았을 가능성이 있다. 노년 남성에서 혈중 테스토스테론의 감소가 흔하게 나타나는데 이는 근

육량의 감소와 연관되며 이러한 경우 테스토스테론을 보충함으로써 근육량의 증가를 기대할 수 있다.²⁶⁻²⁸⁾ 국민건강영양조사는 테스토스테론의 레벨이나 보충 여부는 조사하지 않았기 때문에 본 연구에서는 해당 정보를 파악할 수 없었다.

본 연구는 몇 가지 한계점을 갖고 있다. 첫째, 단면연구이기 때문에 인과관계를 수립하는 데 있어 역의 인과관계일 가능성을 배제할 수 없으며 추가적인 혼란 변수가 존재할 수 있다. 둘째, European Working Group on Sarcopenia in Older People에서 새로 발표한 근감소증의 진단 기준에서는 근육량과 근육 기능의 저하를 함께 고려하도록 하고 있는데¹⁾ 본 연구에서는 근육량만을 기준으로 근감소증을 정의하였다. 본 연구에 사용된 국민건강영양조사 자료에는 근육 기능에 대한 평가는 포함되어 있지 않기 때문에 근육 기능에 대해서는 분석할 수 없었다. 마지막으로 국민건강영양조사에서는 커피를 카페인 커피와 디카페인 커피로 나누어 조사하지 않았기 때문에 본 연구에서도 카페인 함유 여부에 대한 구분 없이 분석을 시행하였다. 디카페인 커피는 현재 한국에서 소비량이 많지 않은 상태이다.¹⁶⁾

결론적으로, 본 연구는 사람에서 커피 섭취가 근감소증과 연관이 있음을 나타낸 첫 번째 연구로 한국의 노인 여성에서 커피 섭취는 근감소증과 음의 상관관계가 있음을 확인하였다. 추후 근감소증의 예방에 커피가 갖는 영향에 대한 생물학적 기전 규명 및 전향적 연구의 시도가 필요할 것으로 생각된다.

요약

연구배경: 이전의 in vitro 모델과 동물 모델 연구에서 커피가 근육에 유의한 효과가 있으며 근감소증의 진행을 늦춘다는 보고가 있었으나 현재까지 사람에서 커피 섭취와 근감소증 간의 상관관계에 대한 연구는 없는 상태이다. 본 연구는 국민건강영양조사 자료를 이용하여 노인에서 커피 섭취량과 근감소증 간의 상관관계를 확인하고자 하였다.

방법: 국민건강영양조사 제4-5기 2008-2011년도 자료로부터 65세 이상 2,578명(남자 1,105명, 여자 1,473명)을 대상으로 분석을 시행하였다. 커피 섭취빈도는 식품섭취빈도조사를 통해 조사하였으며 근육량은 dual-energy X-ray absorptiometry를 통해 측정된 사지근육량을 체중으로 보정한 값을 이용하였다. 근감소증은 젊고 건강한 성인으로 이루어진 집단에서 근육량의 평균과 표준편차를 구하고 2 표준편차 미만을 절단값으로 사용하여 정의하였다.

결과: 여성에서 커피를 마시지 않는 그룹에 대해 커피를 하루에 1잔 이하, 하루에 2잔, 하루에 3잔 이상 마시는 그룹의 교차비와 95% 신뢰구간은 각각 0.612 (0.368-1.017), 0.637 (0.351-1.154), 0.090 (0.014-0.589)

으로 나타났으며 유의한 linear trend가 관찰되었다(P for trend=0.027). 남성에서는 커피 섭취량과 근감소증 사이에 유의한 관련이 관찰되지 않았다.

결론: 한국의 여성노인에서 커피 섭취는 근감소증과 음의 상관관계가 있었다.

중심단어: 커피; 근감소증; 골격근; 노인

REFERENCES

1. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the European Working Group on sarcopenia in older people. *Age Ageing* 2010; 39: 412-23.
2. Roubenoff R. Sarcopenia and its implications for the elderly. *Eur J Clin Nutr* 2000; 54 Suppl 3: S40-7.
3. Argilés JM, Busquets S, Stemmler B, López-Soriano FJ. Cachexia and sarcopenia: mechanisms and potential targets for intervention. *Curr Opin Pharmacol* 2015; 22: 100-6.
4. Dirks A, Leeuwenburgh C. Apoptosis in skeletal muscle with aging. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2002; 282: R519-27.
5. Marzetti E, Calvani R, Cesari M, Buford TW, Lorenzi M, Behnke BJ, et al. Mitochondrial dysfunction and sarcopenia of aging: from signaling pathways to clinical trials. *Int J Biochem Cell Biol* 2013; 45: 2288-301.
6. Chang WC, Chen CH, Lee ME, Chang T, Yu YM. Chlorogenic acid attenuates adhesion molecules upregulation in IL-1beta-treated endothelial cells. *Eur J Nutr* 2010; 49: 267-75.
7. Shen T, Park YC, Kim SH, Lee J, Cho JY. Nuclear factor-kappaB/signal transducers and activators of transcription-1-mediated inflammatory responses in lipopolysaccharide-activated macrophages are a major inhibitory target of kahweol, a coffee diterpene. *Biol Pharm Bull* 2010; 33: 1159-64.
8. Sato Y, Itagaki S, Kurokawa T, Ogura J, Kobayashi M, Hirano T, et al. In vitro and in vivo antioxidant properties of chlorogenic acid and caffeic acid. *Int J Pharm* 2011; 403: 136-8.
9. Higdon JV, Frei B. Coffee and health: a review of recent human research. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2006; 46: 101-23.
10. Lofffield E, Freedman ND, Graubard BI, Guertin KA, Black A, Huang WY, et al. Association of coffee consumption with overall and cause-specific mortality in a large us prospective cohort study. *Am J Epidemiol* 2015; 182: 1010-22.
11. Guo Y, Niu K, Okazaki T, Wu H, Yoshikawa T, Ohnishi T, et al. Coffee treatment prevents the progression of sarcopenia in aged mice in vivo and in vitro. *Exp Gerontol* 2014; 50: 1-8.
12. Pietrolola F, Malik SA, Mariño G, Vacchelli E, Senovilla L, Chaba K, et al. Coffee induces autophagy in vivo. *Cell Cycle* 2014; 13: 1987-94.
13. Dirks-Naylor AJ. The benefits of coffee on skeletal muscle. *Life Sci* 2015; 143: 182-6.
14. Ministry of Health and Welfare. Korea Health Statistics 2009: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNAHNES IV). Seoul: Korea Centers for Disease Control and Prevention, Ministry of Health and Wel-

- fare; 2010.
15. Ministry of Health and Welfare. Korea Health Statistics 2011: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNAHNES V-1,2). Osong: Korea Centers for Disease Control and Prevention, Ministry of Health and Welfare; 2012.
 16. USDA Foreign Agricultural Service. Coffee market brief update Korea-Republic of Seoul: The U.S. Agricultural Trade Office, U.S. Embassy; 2014.
 17. Heymsfield SB, Smith R, Aulet M, Bensen B, Lichtman S, Wang J, et al. Appendicular skeletal muscle mass: measurement by dual-photon absorptiometry. *Am J Clin Nutr* 1990; 52: 214-8.
 18. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50: 889-96.
 19. World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. Geneva: World Health Organization; 2010.
 20. Tsuda S, Egawa T, Ma X, Oshima R, Kurogi E, Hayashi T. Coffee polyphenol caffeic acid but not chlorogenic acid increases 5'AMP-activated protein kinase and insulin-independent glucose transport in rat skeletal muscle. *J Nutr Biochem* 2012; 23: 1403-9.
 21. Shearer J, Farah A, de Paulis T, Bracy DP, Pencek RR, Graham TE, et al. Quinides of roasted coffee enhance insulin action in conscious rats. *J Nutr* 2003; 133: 3529-32.
 22. Ong KW, Hsu A, Tan BK. Chlorogenic acid stimulates glucose transport in skeletal muscle via AMPK activation: a contributor to the beneficial effects of coffee on diabetes. *PLoS One* 2012; 7: e32718.
 23. Jia H, Aw W, Egashira K, Takahashi S, Aoyama S, Saito K, et al. Coffee intake mitigated inflammation and obesity-induced insulin resistance in skeletal muscle of high-fat diet-induced obese mice. *Genes Nutr* 2014; 9: 389.
 24. Kobayashi M, Matsuda Y, Iwai H, Hiramitsu M, Inoue T, Katagiri T, et al. Coffee improves insulin-stimulated Akt phosphorylation in liver and skeletal muscle in diabetic KK-A(y) mice. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 2012; 58: 408-14.
 25. Lepper C, Partridge TA, Fan CM. An absolute requirement for Pax7-positive satellite cells in acute injury-induced skeletal muscle regeneration. *Development* 2011; 138: 3639-46.
 26. Sullivan DH, Roberson PK, Johnson LE, Bishara O, Evans WJ, Smith ES, et al. Effects of muscle strength training and testosterone in frail elderly males. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37: 1664-72.
 27. Kenny AM, Kleppinger A, Annis K, Rathier M, Browner B, Judge JO, et al. Effects of transdermal testosterone on bone and muscle in older men with low bioavailable testosterone levels, low bone mass, and physical frailty. *J Am Geriatr Soc* 2010; 58: 1134-43.
 28. Travison TG, Basaria S, Storer TW, Jette AM, Miciek R, Farwell WR, et al. Clinical meaningfulness of the changes in muscle performance and physical function associated with testosterone administration in older men with mobility limitation. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2011; 66: 1090-9.